



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 13 395 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 01 Q 19/06
H 01 Q 21/08

②1 Aktenzeichen: P 43 13 395.9
②2 Anmeldetag: 23. 4. 93
④3 Offenlegungstag: 10. 11. 94

DE 43 13 395 A 1

⑦1 Anmelder:
Richard Hirschmann GmbH & Co, 73728 Esslingen,
DE

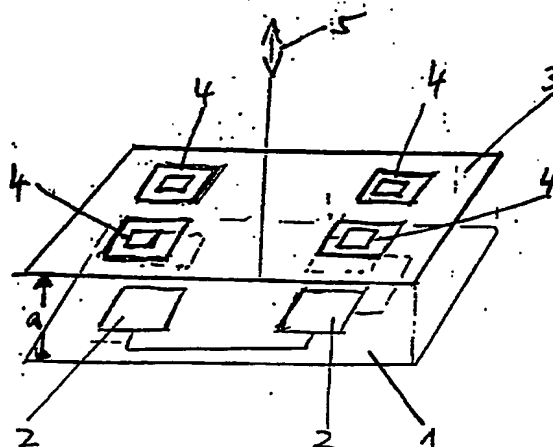
⑦4 Vertreter:
Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

⑦2 Erfinder:
Haffa, Steffen, Dr., 7500 Karlsruhe, DE; Kaczmarek,
Thomas, 7300 Esslingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Planarantenne

⑤7 Bei einer Planarantenne mit zu einem Antennenarray zusammengeschalteten Strahlerelementen (2) ergibt sich eine Verbesserung der Empfangs- bzw. Strahlungscharakteristik sowie eine Erhöhung des Antennengewinns und einer Unterdrückung von Störsignalen aus benachbarten Frequenzbändern dadurch, daß wenigstens ein transparenter Schirm (3, 6, 7) vorgesehen ist, der über wenigstens einem Strahlerelement (2) angeordnet ist. Der transparente Schirm (3, 6, 8) weist passive Streuelemente (4, 8, 9) auf. Vorzugsweise sind die Streuelemente (4, 8, 9) gegenüber den darunter angeordneten Strahlerelementen (2) versetzt angeordnet.



DE 43 13 395 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 94 408 045/18

8/31

Die Erfindung betrifft eine Planarantenne mit zu einem Antennenarray zusammengeschalteten Strahlerelementen.

Derartige Planarantennen sind beispielsweise aus der GB-A-2 242 313, der EP-A-0 363 841, oder aus Electronics Letters, Vol. 18, No. 14, Seiten 624, 625 bekannt. Diese Planarantennen bestehen aus einer festen Anzahl zusammengeschalteter Strahlerelemente oder Elementarantennen. Eine derartige Antenne besitzt eine bestimmte Richtcharakteristik und führt in Abhängigkeit von der Anregung der Elementarstrahler bei Verwendung der Antenne als Empfangsantenne zu einem meßbaren Gewinn, der durch Vergrößerung der Apertur dieser Antenne, d. h. durch eine Erhöhung der Anzahl der Strahlerelemente erhöht werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Planarantenne zu schaffen, mit der auf einfache Weise das Richtdiagramm der Planarantenne, d. h. die Empfangscharakteristik der als Empfangsantenne verwendeten Planarantenne bzw. die Abstrahlcharakteristik einer als Empfangsantenne verwendeten Planarantenne auf einfache Weise veränderbar und an die Wünsche und Gegebenheiten anpaßbar ist.

Ausgehend von den eingangs genannten herkömmlichen Planarantennen wird diese Aufgabe durch wenigstens einen transparenten Schirm gelöst, der über wenigstens einem Strahlerelement angeordnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung eines transparenten Schirms in Zusammenhang mit einer herkömmlichen Planarantenne ist es möglich, abgestrahlte bzw. empfangene elektromagnetische Wellen je nach den Phasenverhalten der durch den transparenten Schirm transmittierten Welle zu fokussieren oder zu defokussieren. Dadurch ergibt sich z. B. eine zum Rand der Apertur hin vor- oder nachteilende Phase, wodurch die Richtcharakteristik verändert wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Merkmal ist es daher möglich, den Antennengewinn zu erhöhen, Nebenzipfel des Strahlungsdiagramms zu unterdrücken oder bei planaren Antennenarrays einen gewünschten und ggf. bereits vorhandenen Schieleffekt zu unterstützen bzw. zu verstärken.

Darüberhinaus wirken transparente Schirme frequenzselektiv, so daß derartige transparente Schirme auch dazu eingesetzt werden können, störende Signale aus benachbarten Frequenzbändern bei Verwendung der Antenne als Empfangsantenne zu unterdrücken, bevor diese störenden Signale die eigentliche Antenne überhaupt erreichen. Eine derartige Störunterdrückung vor Einkopplung des Empfangssignals in einen Wellenleiter, sei es mit Hilfe eines Fang- oder Hauptreflektor, ist mit einem derartigen, als frequenzselektive Oberfläche wirkenden transparenten Schirm auf einfache Weise möglich.

Der transparente Schirm weist vorzugsweise passive Streuelemente auf, die gemäß bevorzugter Ausführungsformen in Schleifenform, insbesondere ringförmig, zweidimensional, symmetrisch und/oder in Form von quadratischen Rahmen ausgebildet sind. Quadratische Rahmen oder Ringe, etwa konzentrische Ringe, sind im wesentlichen polarisationsunabhängig. Jedoch auch polarisationssensitive Streuelemente wie magnetische Dipole, sind ebenfalls als passive Streuelemente auf vorteilhafte Weise verwendbar.

Vorzugsweise ist der transparente Schirm bzw. sind die passiven Streuelemente in bzw. auf einer metalli-

schen Fläche ausgebildet, die Aussparungen aufweist. Vorzugsweise sind die Aussparungen, mit denen die passiven Streuelemente gebildet werden, in ein Blech, beispielsweise ein Kupferblech gestanzt. Die passiven Streuelemente weisen dabei ein Transmissionsverhalten im gewünschten Nutzfrequenzband auf.

Alternativ können die passiven Streuelemente des transparenten Schirms auch durch elektrisch leitende Bereiche ausgebildet sein, die auf einer dielektrischen Schicht aufgebracht sind. Auch hier wieder sind diese passiven Streuelemente resonant, derart, daß sie im Nutzfrequenzbereich für die einfallende oder abgestrahlte Welle transparent sind.

Die passiven Streuelemente, die durch derartige elektrisch leitende, resonante Strukturen gebildet werden, weisen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gleiche Abmessungen auf. Vorzugsweise wiederholen sie sich ein- bzw. zweifach periodisch.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform, ändern sich jedoch die Abmessungen der passiven Streuelemente des transparenten Schirms lageabhängig, so daß die Anordnung der passiven Streuelemente auf dem transparenten Schirm von einer ein- oder zweidimensionalen Periodizität abweicht, und die Abmessungen eine Funktion des Ortes sind, an dem sich das jeweilige passive Streuelement auf dem transparenten Schirm befindet.

Die passiven Streuelemente sind gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bezüglich der Strahlerelemente zentriert angeordnet. Sie befinden sich daher aufgrund ihrer Zentrierung oberhalb der Antennenelemente im Nahfeld in der Ausbreitungsrichtung der Welle.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die passiven Streuelemente jedoch bezüglich der Strahlerelemente versetzt angeordnet.

Üblicherweise ist die Hauptstrahlrichtung einer Planarantenne senkrecht zur Antennenfläche bzw. zur Apertur. Es ist jedoch in vielen Fällen vorteilhaft, einen Winkel zwischen der Flächennormalen der Planarantenne und der Hauptstrahlrichtung, also einen Offsetwinkel, vorzusehen. Ein solcher Offsetwinkel ist vorzugsweise durch Steuerung der komplexen Anregung der Strahlerelemente nach Betrag und/oder Phase einstellbar, beispielsweise durch die Wahl der Leitungsführung zwischen den Strahlerelementen und/oder der Anschluß-Leitungsführung der Planarantenne und/oder durch die Wahl des Abstandes zwischen den Strahlerelementen untereinander. Um insofern Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die dasselbe Anmeldedatum besitzende DE-A-... verwiesen, die insofern zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

Wird der Offsetwinkel zwischen der Flächennormalen der Planarantenne und der Hauptstrahlrichtung jedoch zu groß, nimmt der Antennengewinn ab, da die Hauptstrahlrichtung eines Strahlerelements bzw. eines Einzelstrahlers ebenfalls in der Flächennormalen der Planarantenne liegt. Da sich der Antennengewinn aus der Superposition der Richtcharakteristik des Strahlerelements einerseits und der Gruppencharakteristik des Antennenarrays andererseits ergibt, ist es durch Verwendung eines transparenten Schirms möglich, die aufgrund des in Offsetwinkels eintretende Verringerung des Gewichts durch Ändern der Richtcharakteristik des Einzelelements zu verändern. Dies läßt sich insbesondere durch die sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung erreichen, bei der wenigstens ein passives Streuelement gegenüber dem Strahlerelement, über

dem es angeordnet ist, versetzt ist. Im Nutzfrequenzband bewirkt das passive Streuelement durch elektromagnetische Verkopplung mit dem unter ihm befindlichen Strahlerelement eine Ablenkung der Einfall- bzw. Abstrahlrichtung aus der Flächennormalen der Planarantenne. Die Verwendung einer Mehrzahl solcher passiver Streuelemente auf einem transparenten Schirm mit Versatz unterstützt den durch die Gruppencharakteristik erzeugten Schieleffekt planarer Antennen. Insbesondere bei derartigen, schielenden Antennen wird der Antennengewinn durch diese besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung wesentlich verbessert. Antennen mit einer geringen Anzahl von Elementen (Apertur kleiner wenige λ) erfahren durch den Versatz eine Strahlablenkung, die durch die höhere Gewichtung der Einzelcharakteristik entsteht und eine deutliche Richtungsänderung des Welleneinfalls bzw. der Abstrahlung bewirkt.

Die Vorteile der Erfindung lassen sich dadurch weiter verbessern, indem mehrere transparente Schirme übereinander angeordnet sind. Dadurch wird die Bündelung und der Antennengewinn noch weiter gesteigert. Die transparenten Schirme können dabei vorzugsweise als Multilayer-Strukturen ausgebildet sein, wodurch der Streueffekt erhöht und dadurch beispielsweise die Bündelung verbessert wird. Die Multilayer-Struktur kann in Zusammenhang mit einer Planarantenne auch die Antennenstruktur selbst, d. h. die Strahlerelemente umfassen, so daß sich eine hoch integrierte, kostengünstig herstellbare Planarantenne ergibt.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich die Resonanzfrequenz einzelner Elemente des transparenten Schirms von der Resonanzfrequenz der Planarantenne bzw. der Strahlerelemente um eine Frequenzdifferenz Δf . Bei einer leichten, ortsabhängigen Verschiebung der Resonanzfrequenz der passiven Streuelemente bzw. Strahler im transparenten Schirm ändert sich ebenfalls ortsabhängig die Phase einer transmittierten Welle, die eine Frequenz f aufweist, etwa proportional der Verstimmung Δf . Diese Verstimmung bzw. die Frequenzdifferenz erfolgt vorzugsweise durch Änderung der Abmessungen der passiven Streuelemente des transparenten Schirms bzw. der transparenten Schirme. Vorteilhaft ist es dabei, die Verstimmung der passiven Streuelemente, wenn diese als quadratische Rahmen oder konzentrische Ringe vorliegen, durch Umfangsänderungen herbeizuführen. Die Phasenänderung kann jedoch auch oder zusätzlich durch Änderung der elektromagnetischen Verkopplung der passiven Streuelemente untereinander erfolgen, was vorzugsweise durch vergrößerte Abstände der passiven Streuelemente untereinander realisierbar ist.

Alternativ oder zusätzlich zu einer Frequenzdifferenz ist es vorteilhaft, wenn sich die Phase des transparenten Schirms von der Phase des Strahlerelements um eine Phasendifferenz $\Delta \varphi$ unterscheidet. Die Phasendifferenz wird dabei vorzugsweise durch eine Änderung der elektromagnetischen Verkopplung der passiven Streuelemente oder mit den Strahlerelementen hervorgerufen.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen der vorliegenden Erfindung sind insbesondere in Zusammenhang mit Planarantennen bzw. Wellenleitersystemen einsetzbar, die in den DE-A-..... und mit selben Anmeldedatum beschrieben sind. Die Anwendung der erfindungsgemäßen Merkmale ist jedoch nicht nur auf Planarantennen beschränkt. Vielmehr ist es auch möglich, Yagi-Antennen oder Mikrowellenantennen aller Art in der

beschriebenen Weise zu verbessern.

Unter dem Begriff Planarantenne ist nicht nur eine ebene Anordnung, sondern eine flächenhafte, gewölbte, sphärische oder zylindrische Anordnung bzw. auf einer sphärischen, gewölbten oder zylindrischen Oberfläche ausgebildete Antennenanordnung zu verstehen. Die Besonderheit einer Planarantenne ist darin begründet, daß direkt oder elektromagnetisch verkoppelte Strahlerelemente bzw. Einzel- oder Elementarstrahler flächenhaft angeordnet sind.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung einer Planarantenne mit einem transparenten Schirm in perspektivischer Schemadarstellung;

Fig. 2 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Planarantenne mit zwei übereinander angeordneten, transparenten Schirmen;

Fig. 3 eine perspektive Schemadarstellung einer Ausführungsform, bei der die passiven Streuelemente des transparenten Schirms zu den Strahlerelementen der Planarantenne versetzt angeordnet sind;

Fig. 4 ein Frequenz-Gewinn-Diagramm zur Erläuterung der in Fig. 3 dargestellten Anordnung;

Fig. 5 ein Frequenz-Phasen-Diagramm zur Erläuterung der in Fig. 3 dargestellten Anordnung.

Fig. 1 zeigt die perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Planarantenne in schematischer Darstellung. Über einem Substratträger 1 mit Strahlerelementen 2 ist ein transparenter Schirm 3 geringer Dicke in einem vorgegebenen Abstand a in einer parallelen Ebene angeordnet. Der transparente Schirm 3 weist passive Streuelemente 4 in periodischer Folge auf, die bezüglich der darunterliegenden Strahlerelemente 2 zentriert sind. Der transparente Schirm 3 ist im vorliegenden Fall ein dünnes Substrat, auf das die passiven Streuelemente 4 in Form von quadratischen Schleifen aus Kupfer aufgebracht sind. Wie durch den Teil 5 angedeutet ist, fällt die Welle senkrecht auf die Arrayebene der Planarantenne ein bzw. wird senkrecht von ihr abgestrahlt.

Die Anordnung und Verkopplung der Strahlerelemente 2 auf dem Substratträger 1 ist nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung und wird daher nicht im einzelnen erläutert. Es wird vielmehr Bezug genommen auf die dasselbe Anmeldedatum aufweisenden DE-A-... und ..., die insofern zum Inhalt der vorliegenden Unterlagen gemacht werden.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Planarantenne, die sich von der in Fig. 1 dargestellten Planarantenne lediglich dadurch unterscheidet, daß zusätzlich zum transparenten Schirm 3 zwei weitere transparente Schirme 6, 7 mit entsprechenden passiven Streuelementen 9 angeordnet sind. Auch hier sind die jeweiligen passiven Streuelemente 4, 8, 9 der übereinander angeordneten transparenten Schirme 3, 6, 7 bezüglich der Strahlerelemente 2 zentriert angeordnet und die Welle fällt senkrecht auf die Planarantenne ein bzw. wird senkrecht von ihr abgestrahlt, wie dies durch den Pfeil 5 angedeutet ist.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform dadurch, daß die passiven Streuelemente 4 des transparenten Schirms 3 gegenüber den Strahlerelementen 2 auf dem Trägersubstrat 1 in Y-Richtung versetzt angeordnet sind. Die Haupt-Einfall- bzw. Abstrahlrichtung 10 schließt daher mit der

Flächennormalen 11 der Planarantenne einen Offsetwinkel α ein.

In Fig. 4 ist zur Erläuterung von Fig. 3 ein Diagramm dargestellt, auf dessen Abszisse die Frequenz und auf dessen Ordinate der Gewinn aufgetragen ist. Wie zuvor ausgeführt wurde, ergibt sich durch die Einstellung eines Offsetwinkels α , d. h. eines Winkels zwischen der Flächennormalen 11 der Planarantenne und der Abstrahlrichtung 10 der Antennenanordnung selbst ein Gewinnverlust. Durch bewußtes Verschieben der Resonanzfrequenz des transparenten Schirms um diese Frequenzdifferenz Δf gelangt man wiederum in den optimalen Antennengewinnbereich, so daß der Gewinnverlust aufgrund des Offsetwinkels α der Antennenanordnung durch den Versatz des transparenten Schirms 3 bzw. dessen passive Streuelemente 4, d. h. durch die erfolgte Frequenzverschiebung um die Frequenzdifferenz Δf , kompensiert wird.

Fig. 5 zeigt den Phasenverlauf in Abhängigkeit der Signalfrequenz. Eine Phasendifferenz $\Delta\zeta$, die ebenfalls durch Versatz der passiven Streuelemente 4 gegenüber dem Strahlerelement 2 entsteht, kann auf oben beschriebene Weise kompensiert werden, so daß Antennengewinn und Richtdiagramm optimiert werden.

Die Erfindung wurde anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele erläutert. Dem Fachmann sind jedoch Abwandlungen und Ausgestaltungen möglich, ohne daß dadurch der Erfindungsgedanke verlassen wird. So lassen sich die erfindungsgemäßen Merkmale nicht nur in Zusammenhang mit Planarantennen, sondern allgemein in Zusammenhang mit Mikrowellenantennen oder Yagi-Antennen, sei es im Rundfunk- oder Fernsehübertragungswesen, anwenden. Die Antenne bzw. die transparenten Schirme brauchen nicht nur zweidimensional ausgebildet sein, sie können auch eine dreidimensionale Ausbildung aufweisen.

Patentansprüche

1. Planarantenne mit zu einem Antennenarray zusammengeschalteten Strahlerelementen, gekennzeichnet durch wenigstens einen transparenten Schirm (3), der über wenigstens einem Strahlerelement (2) angeordnet ist.
2. Planarantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der transparente Schirm (3, 6, 7) passive Streuelemente (4, 8, 9) aufweist.
3. Planarantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) in Schleifenform ausgebildet sind.
4. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) ringförmig sind.
5. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) zweidimensional symmetrisch sind.
6. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) in Form von quadratischen Rahmen ausgebildet sind.
7. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) in bzw. auf einer metallischen Fläche ausgebildet sind, die Aussparungen aufweist.
8. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passi-

ven Streuelemente (4, 8, 9) mittels auf einer dielektrischen Schicht aufgetragenen elektrisch leitenden Bereichen ausgebildet sind.

9. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) gleiche Abmessungen aufweisen.

10. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) sich periodisch wiederholen.

11. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessungen der passiven Streuelemente (4, 8, 9) in Abhängigkeit ihrer räumlichen Anordnung in der Ebene des transparenten Schirms (3, 6, 7) unterschiedlich sind.

12. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) bezüglich der Strahlerelemente (2) zentriert angeordnet sind.

13. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Streuelemente (4, 8, 9) bezüglich der Strahlerelemente (2) versetzt angeordnet sind.

14. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei transparente Schirme (3, 8, 9) übereinander angeordnet sind (Fig. 2).

15. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der transparente Schirm (3) bzw. die transparenten Schirme (3, 6, 7) als Multilayer-Struktur aufgebaut ist bzw. sind.

16. Planarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Resonanzfrequenz des transparenten Schirms (3, 6, 7) von der Resonanzfrequenz der Strahlerelemente (2) um eine Frequenzdifferenz Δf unterscheidet.

17. Planarantenne nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzdifferenz Δf durch Änderung der Abmessungen der passiven Streuelemente (4, 8, 9) erfolgt.

18. Planarantenne nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzdifferenz durch Änderung des Umfangs der passiven Streuelemente (4, 8, 9) erfolgt.

19. Planarantenne nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzdifferenz durch Änderung der Abstände der passiven Streuelemente (4, 8, 9) erfolgt.

20. Planarantenne nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Phase des transparenten Schirms (3) von der Phase der Strahlerelemente (2) um eine Phasendifferenz $\Delta\zeta$ unterscheidet.

21. Planarantenne nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasendifferenz $\Delta\zeta$ durch eine Änderung der elektromagnetischen Verkopplung der passiven Streuelemente (4, 8, 9) untereinander erfolgt.

22. Planarantenne nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenänderung $\Delta\zeta$ durch Änderung der Abstände der passiven Streuelemente (4, 8, 9) zueinander erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

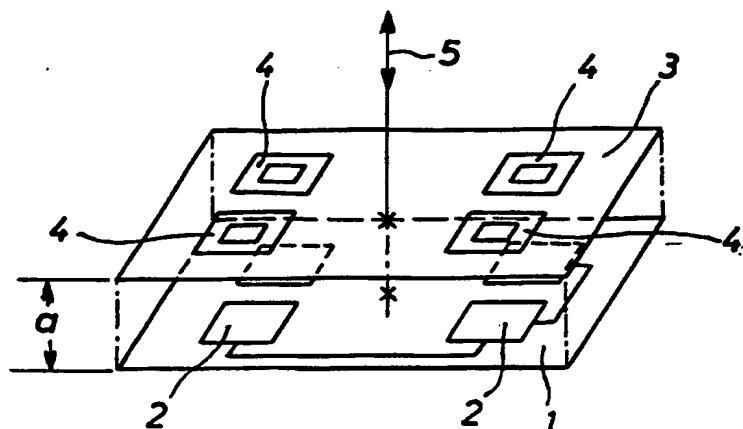


Fig. 1

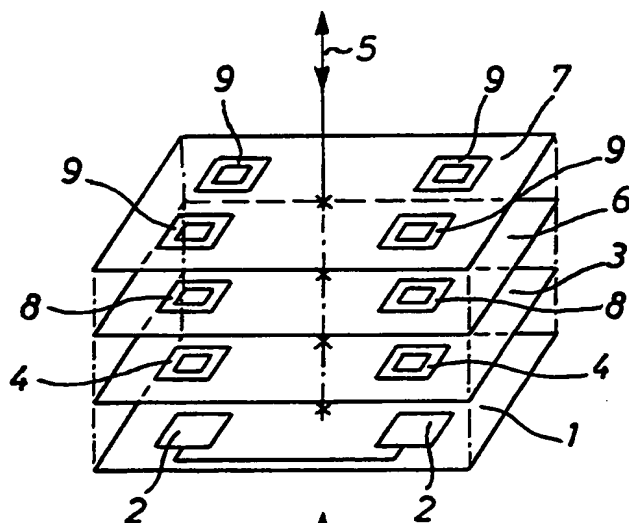


Fig. 2

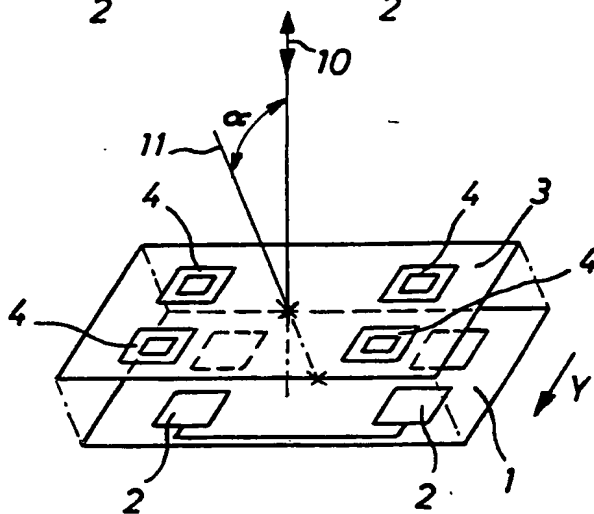


Fig. 3

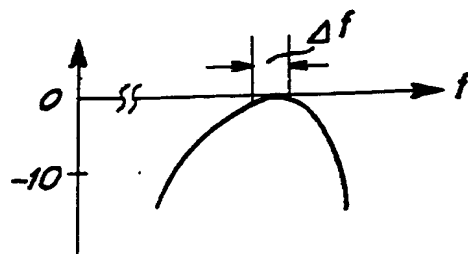


Fig.4

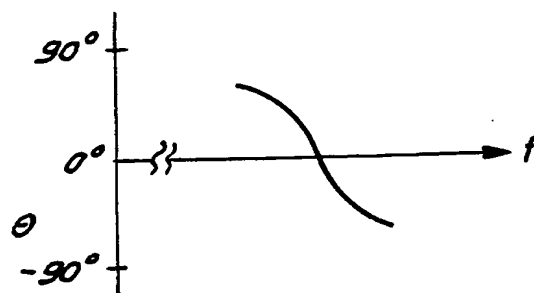


Fig.5

DE 43 13 395 A1

An English abstract of the German document follows:

In the case of a planar antenna having radiating elements (2) which are interconnected to form an antenna array, the reception and radiation characteristics are improved, the antenna gain is improved, and interference signals from adjacent frequency bands are suppressed in that at least one transparent screen (3, 6, 7) is provided, which is arranged over at least one radiating element (2). The transparent screen (3, 6, 8) has passive scattering elements (4, 8, 9). The scattering elements (4, 8, 9) are preferably arranged offset with respect to the radiating elements (2) arranged underneath.

The invention concerns a planar array antenna also to an antenna array hooked up emitter elements.

Such planar array antennas are for example from the GB-A-2 242,313, the EP-A-0 363,841, or from Electronics Letters, volume. 18, No. 14, pages 624, 625 admits. These planar array antennas consist of a firm number of hooked up emitter elements or elementary antennas. A such antenna possesses a certain directional characteristic and leads as a function of the suggestion of the elementary emitters on use of the antenna as receiving antenna to a measurable profit, that by enlargement of the Aper of this antenna, D. h. by an increase of the number of emitter elements to be increased can.

The invention is the basis the task to create a planar array antenna with that in a simple manner the directivity pattern of the planar array antenna, D. h. the receipt characteristic of the planar array antenna used as receiving antenna and/or. the radiation characteristic of one as receiving antenna used planar array antenna in a simple manner changeable and at the desires and conditions is adaptable.

On the basis of the conventional planar array antennas initially specified this task is solved by at least a transparent screen, which is arranged over at least one emitter element.

By the use according to invention of a transparent screen in connection with a conventional planar array antenna it is possible, radiated and/or. to focus or defocus received electromagnetic incoming goods depending upon the phase behaviour the wave transmitted by the transparent screen. Thus z results. B. one to the edge of the aperture pre or hastening after phase, whereby the directional characteristic is changed.

With the characteristic according to invention it is possible to increase the antenna gain to suppress side lobes of the radiation pattern or with planar antenna arrays a desired and if necessary. to support already existing squint effect and/or. to strengthen.

In addition transparent screens work frequency-selectively, so that such transparent screens also one use can to suppress disturbing signals from neighbouring frequency bands on use of the antenna as receiving antenna before these disturbing signals reach the actual antenna at all. A such interference suppression before linking the received signal into a transverse electromagnetic wave, is it with the help of catch or main reflector, is in a simple manner possible with a such transparent screen working as frequency-selective surface.

The transparent screen exhibits preferably passive strewing elements, which are trained in the form of square frameworks in accordance with preferential execution forms in loop form, in particular circularly, in two dimensions, symmetrical and/or. Square frameworks or rings, concentric rings are essentially polarization independent. However also polarisations sensitive strewing elements like magnetic dipoles, are likewise as passive strewing elements in favourable way usable.

Preferably is the transparent screen and/or. the passive strewing elements are in and/or. on a metallic surface trained, which exhibits recesses. Preferably the recesses, with which the passive strewing elements are formed, are punched into a sheet metal, for example a copper sheet. The passive strewing elements exhibit thereby a transmission behavior in the desired utilizable frequency band.

Alternatively the passive strewing elements of the transparent screen can be trained also by electrically leading ranges, which are applied on a dielectric layer. Also here again are these passive strewing elements resonantly, in such a manner that they are in the utilizable frequency range for the incident or radiated wave transparency.

The passive strewing elements, which are formed by such electrically leading, resonant structures, exhibit same dimensions in accordance with an execution form of the invention. Preferably they repeat themselves in and/or. doubly periodically.

In accordance with a particularly favourable execution form, however the dimensions of the passive strewing elements of the transparent screen change, so that the arrangement of the passive strewing elements on the transparent screen deviates from in or two-dimensional periodicity, for u the dimensions a function of the place are situation dependent, at which the respective passive strewing element on the transparent screen is.

The passive strewing elements are in accordance with an execution form of the invention concerning the centrally arranged emitter elements. They are therefore due to their centring above the elementary antennas in the near field in the direction of propagation of the wave.

In accordance with a particularly favourable execution form of the invention the passive strewing elements are however arranged concerning the emitter elements transferred.

Usually the principal axis of radiation of a planar array antenna is perpendicular to the antenna surface and/or. to the aperture. It is however in many cases favourably, an angle between the surface-normal of the planar array antenna and the principal axis of radiation, thus an offset angle to plan. Such an offset angle is preferably by controlling of the complex suggestion of the emitter elements after amount and/or phase adjustable, for example

by the choice of wiring between emitter elements and/or the connecting cable guidance the planar array antenna and/or by the choice of the distance between the emitter elements among themselves. Over to that extent. Repetitions to avoid, the same date of registration becomes the possessing DE-A on. . referred, which is made contents of the available registration to that extent.

If the offset angle between the surface-normal of the planar array antenna and the principal axis of radiation becomes however too large, the antenna gain decreases, there the principal axis of radiation of an emitter element and/or. a single emitter likewise in the surface-normal is appropriate for the planar array antenna. Since the antenna gain results from the superposition of the directional characteristic of the emitter element on the one hand and the array factor of the antenna array on the other hand, it is possible by use of a transparent screen to change due to into offset angle occurring decrease of the weight by changing the directional characteristic of the individual component. This leaves itself in particular by very much favourable execution form invention to reach, with which at least a passive is transferred strewing element in relation to the emitter element, over which it is arranged. In the utilisable frequency band the passive strewing element causes a diversion of the idea and/or. by electromagnetic interconnection with under it present the emitter element Radiation pattern from the surface-normal of the planar array antenna. The use of a majority of such passive strewing elements on a transparent screen with disalignment supports the squint effect of planar antennas produced by the array factor. In particular with such, squinting antennas the antenna gain is substantially improved by this particularly favourable execution form of the invention. Experienced by the disalignment a beam deflection, those by the higher weighting of the single characteristic and a clear change of direction of the wave idea develops for antennas with a small number of elements (aperture smaller few Λ) and/or. the radiation causes.

The advantages of the invention can be improved thereby further by several transparent screen are one above the other arranged. Thus bundling and the antenna gain are still continued to increase. The transparent screens can preferably be trained thereby as Multilayer structures, whereby the scattering effect is increased and thus for example bundling is improved. The Multilayer structure knows the antenna structure in connection with a planar array antenna also, D. h. the emitter elements cover, so that itself a highly integrated, economically producible planar array antenna results in.

In accordance with a further very favourable execution form of the invention the resonant frequency of individual elements of the transparent screen differs from the resonant frequency of the planar array antenna and/or. the emitter elements around a frequency difference Δf . In the case of an easy, place-dependent shift of the resonant frequency of the passive strewing elements and/or. Emitter in the transparent screen changes likewise place-dependently the phase of a transmitted wave, which exhibits a frequency f , about proportionally for the detuning Δf . This detuning and/or. the frequency difference preferably takes place via change of the dimensions of the passive strewing elements of the transparent screen and/or. the transparent screens. It participates favourable, the detuning of the passive strewing elements, if these are present as square frameworks or concentric rings to cause by changes of extent. The phase change can however also or additionally take place via change of the electromagnetic interconnection of the passive strewing elements among themselves, what preferably by increased distances of the passive strewing elements among themselves is realizable.

Alternatively or additionally to a frequency difference it is favourable, if the phase of the transparent screen differs from the phase of the emitter element around a phase difference $\Delta \phi$. The phase difference is preferably caused thereby by a change of the electromagnetic interconnection of the passive strewing elements or with the emitter elements.

The measures according to invention of the available invention are in particular in connection with planar array antennas and/or. Transverse electromagnetic wave systems applicable, those in the DE-A. . . . and. . . . with same date of registration are described. The application of the characteristics according to invention is not limited however only to planar array antennas. Rather it is also possible to improve Yagi arrays or microwave antennas of all kinds in the described way.

Under the term planar array antenna is not only an even arrangement, but a planar, curved, spherical or cylindrical arrangement and/or. on a spherical to understand curved desert cylindrical surface trained antenna array. The characteristic of a planar array antenna is justified in the fact that directly or electromagnetically interconnected emitter elements and/or. Single or elementary emitters is planarly arranged.

The invention is more near described below on the basis remark examples with reference to the designs. It show

Fig. 1 an arrangement according to invention of a planar array antenna with a transparent screen in perspective pattern representation;

Fig. 2 an execution form of the planar array antenna according to invention with two, transparent screens arranged one above the other;

Fig. 3 a perspective pattern representation of an execution form, with which the passive strewing elements of the transparent screen are transferred arranged to the emitter elements of the planar array antenna;

Fig. 4 a frequency profit diagram for explanation in Fig. 3 represented arrangement;

Fig. 5 a frequency phase diagram for explanation in Fig. 3 represented arrangement.

Fig. 1 shows the perspective opinion of a planar array antenna according to invention in schematic representation. Over a substrate carrier 1 with emitter elements 2 a transparent screen 3 small thickness is arranged in a given distance A in a parallel level. The transparent screen 3 exhibits passive strewing elements 4 in periodic consequence, which are centered concerning the underlying emitter elements 2. The transparent screen 3 is in available case a thin substrate, on which the passive strewing elements 4 are applied in the form of square loops made of copper. How is suggested by the part of 5, the wave breaks in perpendicularly on the array level of the planar array antenna and/or. perpendicularly from it one radiates.

The arrangement and interconnection of the emitter elements 2 on the substrate carrier 1 are not the subject of the available invention and are therefore not in detail described. It rather purchase taken to the DE-A exhibiting the same date of registration. . . . and. . . . , which are made contents of the available documents to that extent.

Fig. 2 an execution form of the planar array antenna according to invention shows up, of in Fig. 1 represented planar array antenna only thereby differentiates that additionally to the transparent screen 3 two further transparent screens 6, 7 with appropriate passive strewing elements 9 are arranged. The respective passive strewing elements 4, 8, 9 of the transparent screens 3, 6, 7 arranged concerning the emitter elements 2 arranged one above the other are centered also here and the wave break in perpendicularly on the planar array antenna and/or. perpendicularly from it one radiates, as this is suggested by the arrow 5.

In Fig. 3 represented execution form of the invention differs from in Fig. 1 represented execution form by the fact that the passive strewing elements 4 of the transparent screen 3 in relation to the emitter elements 2 are transferred on the carrier substrate 1 in Y-direction arranged. The main idea and/or. Radiation pattern 10 includes therefore with the surface-normal 11 of the planar array antenna an offset angle α .

In Fig. 4 is for the explanation of Fig. 3 a diagram represented, on whose abscissa the frequency is laid on and on its ordinate the profit. As was implemented before, α , D arises as a result of the attitude of an offset angle. h. an angle between the surface-normal 11 of the planar array antenna and the radiation pattern 10 of the antenna array a profit loss. By conscious shifting of the resonant frequency of the transparent screen this frequency difference Δf one arrives again into the optimal antenna gain range, so that D profit loss due to the offset angle α of the antenna array by the disalignment of the transparent screen 3 and/or. its passive strewing elements 4, D. h. by the frequency shift around the frequency differences, taken place, Δf is compensated.

Fig. 5 shows the phase curve in dependence of the signal frequency. A phase difference $\Delta \varphi$, which likewise results from disalignment of the passive strewing elements 4 in relation to the emitter element 2, can be compensated in way described above, so that antenna gain and directivity pattern are optimized.

The invention was described on the basis preferential remark examples. However modifications and arrangements are possible for the specialist, without thereby the inventive step will leave. Thus the characteristics according to invention can be used not only in connection with planar array antennas, but generally in connection with microwave antennas or Yagi arrays, is it in the broadcast or television transmission nature. The antenna and/or. the transparent screens do not only need to be in two dimensions trained, them can also three-dimensional training exhibit.